

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-094307

(43)Date of publication of application : 25.03.2004

(51)Int.Cl. G06F 3/00  
G06F 3/03

(21)Application number : 2002-250702

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS  
LTD

(22)Date of filing : 29.08.2002

(72)Inventor : KAWAMURA AKIRA

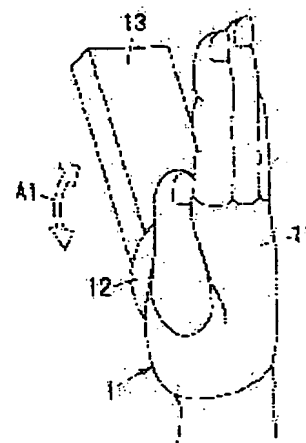
## (54) TACTILE FORCE PRESENTING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a tactile force presenting device presenting a tactile force in a simple constitution.

SOLUTION: The tactile force presenting device is integrally provided with a mount part 11 to be mounted on a human hand, a position detecting means 12 for detecting a three-dimensional position of the mount part 11, a sheet-shaped tactile force presenting part 13 having one end journaled to the mount part 11 and the other end being rotatable between a position of the other end of the part 13 making contact with the hand on which the mount part 11 is mounted and a position of the same separated from the hand on which the mount part 11 is mounted, and a drive means for driving the tactile force presenting part 13.

11 基座部  
12 位置検出手段  
13 触力発生部



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-94307

(P2004-94307A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G06F 3/00

G06F 3/03

F 1

G06F 3/00

680A

G06F 3/03

380K

テーマコード (参考)

5B068

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願2002-250702 (P2002-250702)

(22) 出願日

平成14年8月29日 (2002.8.29)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清

(74) 代理人 100085604

弁理士 森 厚夫

(72) 発明者 河村 亮

大阪府門真市大字門真1048番地松下電  
工株式会社内

Fターム (参考) 5B068 EE01

(54) 【発明の名称】 触力覚呈示装置

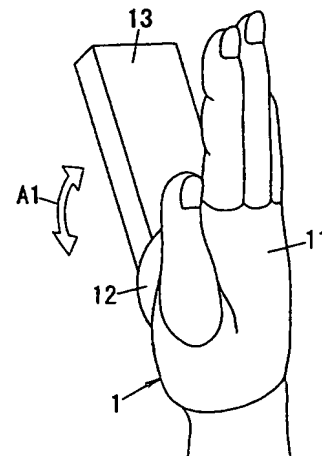
(57) 【要約】

【課題】 簡素な構成で触力覚を呈示することができる触力覚呈示装置を提供する。

【解決手段】 触力覚呈示装置は、人の手に装着される装着部11と、装着部11の3次元の位置を検出する位置検出手段12と、板状であって一端部において装着部11に軸支され他端部が装着部11が装着された手に接触する位置と他端部が装着部11が装着された手から離れる位置との間で回転可能な触力覚呈示部13と、触力覚呈示部13を駆動する駆動手段とを一体に備える。

【選択図】 図1

- 11 装着部
- 12 位置検出手段
- 13 触力覚呈示部



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

画像表示手段によって物体の存在する 3 次元空間として表示された仮想現実空間における触力覚を呈示する触力覚呈示装置であって、

人の手に装着される装着部と、前記装着部の 3 次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における 3 次元の位置と仮想現実空間における 3 次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にある接触状態であるか否かを判定する判定手段と、前記装着部が装着された手に接触する位置と前記装着部が装着された手から離れる位置との間で移動可能な触力覚呈示部と、前記触力覚呈示部を駆動する駆動手段と、前記判定手段によって接触状態ではないと判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触せず前記判定手段によって接触状態であると判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記装着部と前記触力覚呈示部と前記駆動手段とが一体に設けられていることを特徴とする触力覚呈示装置。

10

## 【請求項 2】

前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が受けるべき力の大きさに応じて前記駆動手段の力を制御することを特徴とする請求項 1 記載の触力覚呈示装置。

20

## 【請求項 3】

前記触力覚呈示部は板状であって一端部において前記装着部に軸支され前記装着部が装着された手のひらに接触する位置と前記装着部が装着された手に接触しない位置との間で回転可能であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の触力覚呈示装置。

## 【請求項 4】

前記触力覚呈示部は板状であって、前記駆動手段が前記触力覚呈示部を駆動する間に前記装着部に対する前記触力覚呈示部の向きが変化しないように前記触力覚呈示部を支持する支持部を備えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の触力覚呈示装置。

## 【請求項 5】

前記触力覚呈示部は、柱状の接触部と、一端部において前記接触部を支持し他端部が前記装着部に軸支され前記装着部が装着された手のひらに前記接触部が接触する位置と前記装着部が装着された手のひらから前記接触部が離れる位置との間で回転可能な連結部とからなることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の触力覚呈示装置。

30

## 【請求項 6】

複数の前記触力覚呈示部と、各触力覚呈示部にそれぞれ対応した複数の駆動手段とを備え、前記制御手段は、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置が前記仮想現実空間において凹凸のある所定の物体に接触する領域であるときに、前記所定の物体の凸部に対応する位置の前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触するように各駆動手段を個別に制御することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の触力覚呈示装置。

40

## 【請求項 7】

前記触力覚呈示部には手に接触する部位において前記装着部が装着された手のひらに沿う 2 方向に移動可能な摩擦感呈示部が設けられ、前記摩擦感呈示部を駆動する摩擦部駆動手段を備え、前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置の前記所定の物体に対する移動であって前記摩擦感呈示部が移動可能な方向に対応する方向の移動に応じて前記摩擦部駆動手段を制御することを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の触力覚呈示装置。

## 【請求項 8】

前記触力覚呈示部には手に接触する部位において一部が露出した球状であって前記触力覚

50

呈示部に対して中心の位置を変化させずに回転可能な形で保持された球状部が設けられ、それぞれ前記触力覚呈示部の他の部位に対して異なる方向に前記球状部を回転させる複数の球状部駆動手段を備え、前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置の前記所定の物体に対する移動であって前記所定の物体の表面に沿った方向の移動に応じて前記球状部駆動手段を制御することを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の触力覚呈示装置。

【請求項 9】

前記接触部は前記連結部に沿った向きと前記連結部に交差する向きとの間で向きを変えることができることを特徴とする請求項 5 に記載の触力覚呈示装置。

10

【請求項 10】

画像表示手段によって物体の存在する 3 次元空間として表示された仮想現実空間における触力覚を呈示する触力覚呈示装置であって、手に装着される装着部と、前記装着部の 3 次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における 3 次元の位置と仮想現実空間における 3 次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にある接触状態であるか否かを判定する判定手段と、前記装着部を装着した手に握むことのできる位置と前記装着部を装着した手に握むことができない位置との間で前記装着部を装着した手のひらに沿って移動可能な触力覚呈示部と、前記触力覚呈示部を駆動する駆動手段と、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部を装着した手に握むことのできる位置に位置し前記判定手段によって接触状態でないと判定されたときに前記触力覚呈示部が前記装着部を装着した手に握むことができない位置に位置するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする触力覚呈示装置。

20

【請求項 11】

気流の存在する 3 次元空間として画像表示手段に表示された仮想現実空間における触力覚を呈示する触力覚呈示装置であって、人の手に装着される装着部と、前記装着部の 3 次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における 3 次元の位置と仮想現実空間における 3 次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が気流に接触する接触状態であるか否かを判定する判定手段と、気流を発生させる送風手段と、前記判定手段によって接触状態と判定されたときに前記仮想現実空間における前記装着部の位置に対応する位置における気流の強さに応じた強さの気流を前記送風手段に発生させる制御手段と、前記装着部が装着された手のひらに一部が面する形で前記装着部に保持された触力覚呈示部とを備え、前記触力覚呈示部において手のひらに面する部位には前記送風手段によって発生した気流が流出する通風孔が設けられていることを特徴とする触力覚呈示装置。

30

【請求項 12】

前記触力覚呈示部において少なくとも前記装着部が装着された手に接触する部位を振動させるバイブレータを備え、前記制御部は前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに前記所定の物体の触感に応じて前記バイブレータを動作させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の触力覚呈示装置。

40

【請求項 13】

前記触力覚呈示部は透明な部材からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 又は請求項 10 又は請求項 11 のいずれか 1 項に記載の触力覚呈示装置。

【請求項 14】

前記触力覚呈示部において前記装着部が装着された手に面する部位に設けられ前記仮想現実空間の画像を表示する画像表示部を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 又は請求項 11 のいずれか 1 項に記載の触力覚呈示装置。

【請求項 15】

50

手の甲を覆う形で前記装着部に保持され前記仮想現実空間の画像を表示する画像表示部を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれか1項に記載の触力覚呈示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、仮想現実空間の物体に対応した触力覚を呈示することによって仮想現実空間内の物体をあたかも実在するかのように知覚させる触力覚呈示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、その場に実在しない仮想現実空間を視覚及び聴覚を通じてあたかもその場に実在するかのように知覚させる技術が知られている。近年は、コンピュータの能力の向上に伴い、構築可能な仮想現実空間が広大になり、また、仮想現実空間内の物体の現実感を増すために、仮想現実空間の情報を、視覚、聴覚だけでなく手や指先に与える触力覚（物体を押したときや気流に当たったときなどに皮膚に感じられる触覚及び圧力の感触）によっても呈示することも可能になっている。

【0003】

手や指先に触力覚を呈示する技術としては、大別して人体に装着される装置を用いる技術と人体に装着される装置を用いない技術とが提案されている。人体に装着される装置を用いない技術としては、例えば特開2000-148382公報に記載された発明や、PHAM To M (Sensable Technologies 社)、Haptic Master (日商エレクトロニクス社) のようなものがある。これらは、室内などに固定される装置であって、人が操作する操作部を有し、操作部を操作する際の反力を仮想現実空間の状況によって変化させることによって現実感を与えるものである。しかし、装置が室内等に固定されることにより、操作部の可動範囲によって使用者の動作範囲が制限されるから、複数人の利用者が1つの室内に構築された仮想現実空間を自由に動くような表現には適さない。

【0004】

これに対し、人体に装着される装置を用いるものは該して動作範囲が広く、複数人の利用者が1つの室内に構築された仮想現実空間を自由に動くようなこともできる。人体に装着される装置を用いる触力覚呈示装置として、アクチュエータやリンクによって駆動される骨格構造を人の指や手に付設し、骨格構造からの反力によって触力覚を呈示するものが知られている。しかし、アクチュエータやリンクを使用すると、装置の重量が重くなって利用者が動きにくさによる違和感を感じたり、機構が複雑化して部品点数が多くなりコストが高くなるなどの問題がある。

【0005】

そこで、特開平5-232859号公報に記載された発明や、特開平11-167419号公報に記載された発明のように、可撓性の容器を指の関節部の手のひら側に配置し、この容器に流体を注入して膨張させることによって指を伸ばす方向の力を加え、触力覚を呈示するものも提案されている。しかし、流体を用いると、流体の流出及び流入にある程度の時間がかかるため、応答が遅くなるという問題があった。

【0006】

また、特開平6-324622号公報に記載された発明や、CyberGrasp (Virtual Technologies 社) のように、人の指の関節間に指輪状の部材を固定し、各部材にそれぞれワイヤーの一端を固定してワイヤーを巻き取ることにより指の各関節に力を加えることによって触力覚を感じさせる技術も提案されていた。この技術によれば、前述した流体を用いるものに比べて応答の速い触力覚呈示装置を得ることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

さらに、特開 2001-166676 公報には、指にそれぞれ装着される各被覆部材に回動可能な状態でそれぞれ取り付けられた各触力覚呈示部材を駆動手段によってそれぞれ駆動し、触力覚呈示部材によって手の指を押圧することによって触力覚を呈示する構成が記載されている。上記構成においては、それぞれの指に装着された各触力覚呈示部の位置をそれぞれ得るために、腕に装着されるサポータと被覆部材との間に張られたワイヤーの長さを検出している。

【0008】

しかし、触力覚の呈示や位置の検出にワイヤーを用いると、ワイヤーを誘導する構成やワイヤを巻き取る構成やワイヤーの長さを検出する構成などが必要であり、構造が複雑になっていた。

【0009】

本発明は上記事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡素な構成で触力覚を呈示することができる触力覚呈示装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、画像表示手段によって物体の存在する 3 次元空間として表示された仮想現実空間における触力覚を呈示する触力覚呈示装置であって、人の手に装着される装着部と、前記装着部の 3 次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における 3 次元の位置と仮想現実空間における 3 次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にある接触状態であるか否かを判定する判定手段と、前記装着部が装着された手に接触する位置と前記装着部が装着された手から離れる位置との間で移動可能な触力覚呈示部と、前記触力覚呈示部を駆動する駆動手段と、前記判定手段によって接触状態でないと判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触せず前記判定手段によって接触状態であると判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記装着部と前記触力覚呈示部と前記駆動手段とが一体に設けられていることを特徴とする。ここで「手」とは手首から先だけではなく、一般に腕と呼ばれる部分も含む。

【0011】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が受けるべき力の大きさに応じて前記駆動手段の力を制御することを特徴とする。

【0012】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 の発明において、前記触力覚呈示部は板状であって一端部において前記装着部に軸支され前記装着部が装着された手のひらに接触する位置と前記装着部が装着された手に接触しない位置との間で回転可能であることを特徴とする。

【0013】

請求項 4 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 の発明において、前記触力覚呈示部は板状であって、前記駆動手段が前記触力覚呈示部を駆動する間に前記装着部に対する前記触力覚呈示部の向きが変化しないように前記触力覚呈示部を支持する支持部を備えることを特徴とする。

【0014】

請求項 5 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 の発明において、前記触力覚呈示部は、柱状の接触部と、一端部において前記接触部を支持し他端部が前記装着部に軸支され前記装着部が装着された手のひらに前記接触部が接触する位置と前記装着部が装着された手のひらから前記接触部が離れる位置との間で回転可能な連結部とからなることを特徴とする。

【0015】

請求項 6 の発明は、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかの発明において、複数の前記触力覚

10

20

30

40

50

呈示部と、各触力覚呈示部にそれぞれ対応した複数の駆動手段とを備え、前記制御手段は、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置が前記仮想現実空間において凹凸のある所定の物体に接触する領域であるときに、前記所定の物体の凸部に対応する位置の前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触するように各駆動手段を個別に制御することを特徴とする。

【0016】

請求項7の発明は、請求項3又は請求項4の発明において、前記触力覚呈示部には手に接触する部位において前記装着部が装着された手のひらに沿う2方向に移動可能な摩擦感呈示部が設けられ、前記摩擦感呈示部を駆動する摩擦部駆動手段を備え、前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置の前記所定の物体に対する移動であって前記摩擦感呈示部が移動可能な方向に対応する方向の移動に応じて前記摩擦部駆動手段を制御することを特徴とする。

10

【0017】

請求項8の発明は、請求項3又は請求項4の発明において、前記触力覚呈示部には手に接触する部位において一部が露出した球状であって前記触力覚呈示部に対して中心の位置を変化させずに回転可能な形で保持された球状部が設けられ、それぞれ前記触力覚呈示部の他の部位に対して異なる方向に前記球状部を回転させる複数の球状部駆動手段を備え、前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置の前記所定の物体に対する移動であって前記所定の物体の表面に沿った方向の移動に応じて前記球状部駆動手段を制御することを特徴とする。

20

【0018】

請求項9の発明は、請求項5の発明において、前記接触部は前記連結部に沿った向きと前記連結部に交差する向きとの間で向きを変えることができることを特徴とする。

【0019】

請求項10の発明は、画像表示手段によって物体の存在する3次元空間として表示された仮想現実空間における触力覚を呈示する触力覚呈示装置であって、手に装着される装着部と、前記装着部の3次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における3次元の位置と仮想現実空間における3次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にある接触状態であるか否かを判定する判定手段と、前記装着部を装着した手に掴むことのできる位置と前記装着部を装着した手に掴むことができない位置との間で前記装着部を装着した手のひらに沿って移動可能な触力覚呈示部と、前記触力覚呈示部を駆動する駆動手段と、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部を装着した手に掴むことのできる位置に位置し前記判定手段によって接触状態でないと判定されたときに前記触力覚呈示部が前記装着部を装着した手に掴むことができない位置に位置するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

30

【0020】

請求項11の発明は、気流の存在する3次元空間として画像表示手段に表示された仮想現実空間における触力覚を呈示する触力覚呈示装置であって、人の手に装着される装着部と、前記装着部の3次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における3次元の位置と仮想現実空間における3次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が気流に接触する接触状態であるか否かを判定する判定手段と、気流を発生させる送風手段と、前記判定手段によって接触状態と判定されたときに前記仮想現実空間における前記装着部の位置に対応する位置における気流の強さに応じた強さの気流を前記送風手段に発生させる制御手段と、前記装着部が装着された手のひらに一部が面する形で前記装着部に保持された触力覚呈示部とを備え、前記触力覚呈示部において手のひらに面する部位には前記送風手段によって発生した気流が流出する通風孔が設けられていることを特徴とする。

40

50



## 【0021】

請求項12の発明は、請求項1乃至請求項10のいずれか1項の発明において、前記触力覚呈示部において少なくとも前記装着部が装着された手に接触する部位を振動させるバイブレータを備え、前記制御部は前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに前記所定の物体の触感に応じて前記バイブレータを動作させることを特徴とする。

## 【0022】

請求項13の発明は、請求項1乃至請求項6又は請求項10又は請求項11のいずれか1項の発明において、前記触力覚呈示部は透明な部材からなることを特徴とする。

## 【0023】

請求項14の発明は、請求項1乃至請求項4又は請求項11のいずれか1項の発明において、前記触力覚呈示部において前記装着部が装着された手に面する部位に設けられ前記仮想現実空間の画像を表示する画像表示部を備えることを特徴とする。

## 【0024】

請求項15の発明は、請求項1乃至請求項12のいずれか1項の発明において、手の甲を覆う形で前記装着部に保持され前記仮想現実空間の画像を表示する画像表示部を備えることを特徴とする。

## 【0025】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 【0026】

## (実施形態1)

本実施形態における触力覚呈示装置は、人の手に装着され仮想現実空間における触力覚を呈示する装着体1を備える。装着体1は、図1に示すように、指のない手袋状であって人の手に装着される装着部11を備える。装着部11の手のひら側には、装着部11の3次元の位置を検出する位置検出手段12が取り付けられている。位置検出手段12としては、例えば装着部11の向きを検出するジャイロセンサと装着部11の平行移動を検出する加速度センサとを組み合わせ用いる。

## 【0027】

また、装着部11の手のひら側の手首付近には、板状の触力覚呈示部13の一端部が軸支され、触力覚呈示部13の他端部は装着部11を装着した手の指の手のひら側に対向している。触力覚呈示部13は、装着部11に固定された駆動手段14（図2参照）によって駆動され、装着部11が装着された手のひらに接触する位置と装着部11が装着された手のひらから離れる位置との間で矢印A1で示す方向に回転可能となっている。具体的には、例えば図2に示すように駆動手段14としてモータを用い、装着部11を装着した手の指が並ぶ方向に回転軸14aを向けて装着部11に固定する。触力覚呈示部13は、長方形板状の本体部131と、本体部131の短手方向の一端部から長手方向に沿って延びた取り付け部13mとからなり、装着部11を装着した手のひらと本体部131とが対向する形で取り付け部13mにおいて駆動手段14の回転軸14aと結合されている。駆動手段14の回転軸14aが図2の右側から見て左回りに回転すると、触力覚呈示部13は装着部11を装着した手のひらから本体部131が離れる方向に回転し、駆動手段14の回転軸14aが図2の右側から見て右回りに回転すると、触力覚呈示部13は装着部11を装着した手のひらに本体部131が近付く方向に回転する。

## 【0028】

また、触力覚呈示装置は、図3に示すように仮想現実空間を3次元空間として表示するスクリーンやヘッドマウントディスプレイのような画像表示手段2と、仮想現実空間を制御するコンピュータ3とを備える。コンピュータ3は、仮想現実空間についての情報が格納される仮想現実空間情報格納部31と、仮想現実空間情報格納部31に格納された情報に応じた画像を画像表示手段2に表示させる画像表示手段制御部32と、プログラムに沿って仮想現実空間についての情報を随時書きかえるとともに駆動手段14を制御する中央制御部33と、装着体1と通信するための通信部34とを備える。また、装着体1にはコン

ピュータ3と通信するための通信部15が設けられている。ここで、画像表示手段制御部32と画像表示手段2と間の通信及び装着体1の通信部15とコンピュータ3の通信部34との間の通信は、電波や赤外線等を用いた無線通信であっても伝送線を介した有線通信であってもよい。

#### 【0029】

次に、コンピュータ3の動作の一例を図4を用いて説明する。予め、利用者が体験する環境に応じた仮想現実空間の情報が仮想現実空間情報格納部31に格納される。まず、仮想現実空間の情報に変更すべき点があれば中央制御部33が仮想現実空間情報格納部31に格納された仮想現実空間の情報を書きかえる(S1)。次に、画像表示手段制御部32は仮想現実空間情報格納部31に格納された情報に応じた画像を生成し、画像表示手段2に表示させる(S2)。次に、中央制御部33は、位置検出手段12によって検出された装着部11の位置の情報を取得する(S3)。次に、実空間における3次元の位置と仮想現実空間における3次元の位置とを対応させ位置検出手段12によって検出された実空間の位置に仮想現実空間において対応する位置が所定の物体に接触する領域にある接触状態であるか否かを判定する(S4)。つまり、コンピュータ3は判定手段として機能する。(S4)において接触状態でないと判定されれば、装着部11が装着された手から離れた位置において触力覚呈示部13が保持されるように駆動手段14を制御し、(S3)に戻る。(S4)において接触状態であると判定されれば、位置検出手段12によって検出された位置が仮想現実空間における所定の物体の存在する領域に対応する実空間の領域に侵入した侵入量を算出する(S5)。次に、コンピュータ3の通信部34および装着体1の通信部15を介して、装着部11が装着された手のひらに触力覚呈示部13が接触するように駆動手段14を動作させる(S6)。このとき、ステップS5で得られた侵入量に応じた力で触力覚呈示部13が駆動されるように、例えば駆動手段14に流す電流を制御することによって、駆動手段14のトルクを制御する。つまり、コンピュータ3は判定手段として機能するとともに制御手段として機能する。この後(S1)に戻り、例えば、ステップS5において得られた侵入量が予め定められた基準値よりも大きければ単に物体に接触したのではなく物体が押されて動いたと判定し、接触した物体の移動などの仮想現実空間の変化に合わせて仮想現実空間情報格納部31における仮想現実空間の情報を書きかえる。ここで、装着部11を装着した手が触力覚呈示部13を押す力を検出してコンピュータ3の中央制御部33に出力する力センサを触力覚呈示部13に設け、力センサの出力が予め定められた基準値よりも大きい場合に仮想現実空間における物体が押されて動いたと判定するようにしてもよい。

#### 【0030】

上記構成によれば、装着部11と、位置検出手段12と、触力覚呈示部13とが一体に設けられているから、人体に装着された装置を用いない触力覚呈示装置に比べて可動範囲を広くとることができ、かつ位置検出や触力覚の呈示にワイヤーを用いる場合に比べて簡素な構成とすることができる。

#### 【0031】

##### (実施形態2)

本実施形態における触力覚呈示部13は、図5に示すように板状であって装着部11が装着された手のひらに対向する形で支持されている。駆動手段としてのモータ(図示せず)の回転運動を直線運動に変換するリンクの組み合わせを用いることによって、触力覚呈示部13は装着部11に対する向きが変化しないように駆動される。具体的には例えば、装着部11の手のひら側から突設された棒状の誘導部17aと、装着部11の手のひら側であって誘導部よりも手首側に設けられた矩形箱状の基台部17bとを備える。触力覚呈示部13は、矩形板状であって本体部13aと、本体部13aの一端部において本体部13aの表裏の一面に立設され本体部13aの厚み方向に沿って並んだ歯が設けられたラック部13bとからなる。触力覚呈示部13は、本体部13aの一端が基台部17bに当接するとともに誘導部17aが厚み方向に貫通することにより、装着部11が装着された手のひらに本体部13aが対向しラック部13bが装着部11から離れる方向に延びる向きで

支持されている。基台部 17 b にはラック部 13 b の歯と噛合する歯が全周に設けられた歯車状のピニオン部 17 c が設けられている。また、基台部 17 b にはピニオン部 17 b を矢印 A 2 で示す方向に回転させる駆動モータ（図示せず）が収納されている。ピニオン部 17 c が回転すると、ピニオン部 17 c の回転方向に応じてラック部 13 b が矢印 A 3 で示す方向に移動する。すなわち、駆動モータとピニオン部 17 b とが駆動手段として機能する。

#### 【0032】

また、触力覚呈示部 13 は本体部 13 a に誘導部 17 a が貫通していることと本体部 13 a の一端が基台部 17 b に当接していることにより装着部 11 に対する回転が規制されているから、触力覚呈示部 13 の装着部 11 に対する向きは変化しない。つまり誘導部 17 a と基台部 17 b とが支持部として機能する。

10

#### 【0033】

コンピュータ 3 の中央制御部 33 は、仮想現実空間において位置検出手段 12 によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にあるときに、駆動モータを作動させることにより触力覚呈示部 13 を装着部 11 が装着された手のひらに接触させる。このとき、コンピュータ 3 の中央制御部 33 は、位置検出手段 12 によって検出された位置が仮想現実空間における所定の物体の存在する領域に対応する実空間の領域に侵入した侵入量に応じて、例えば駆動モータに流す電流を制御することにより、触力覚呈示部 13 を駆動する力を制御する。その他の構成は実施形態 1 と同様である。

20

#### 【0034】

上記構成によれば、触力覚呈示部 13 が装着部 11 に対する向きを保ったまま駆動されるから、手のひらに沿った壁などに触れる際の触力覚を呈示することができる。

#### 【0035】

##### （実施形態 3）

本実施形態においては、図 6 に示すように触力覚呈示部 13 は矩形板状であって、一端部において触力覚呈示部 13 の一側面の中間部に連結され他端部において装着部 11 に軸支された支持部 17 を備える。支持部 17 は、装着部 11 が装着された手のひらに触力覚呈示部 13 が接触する位置と装着部 11 が装着された手のひらから触力覚呈示部 13 が離れる位置との間で矢印 A 4 で示す方向に回転可能となっている。また、装着部 11 には支持部 17 を駆動する駆動手段 14 が取り付けられている。駆動手段 14 としては、例えば実施形態 1 において示したようなモータを用いる。さらに、支持部 17 と触力覚呈示部 13 との間には、支持部 17 に対する触力覚呈示部 13 の向きを矢印 A 5 で示す方向に変化させる連結部駆動手段が設けられている。連結部駆動手段としては、例えば支持部 17 に取り付けられ回転軸が触力覚呈示部 13 に固定されたモータを用いる。

30

#### 【0036】

コンピュータ 3 の中央制御部 33 は、駆動手段 14 を動作させる際に、装着部 11 に対する触力覚呈示部 13 の向きが変化しないように、連結部駆動手段を駆動手段 14 と同時に動作させる。その他の構成は、実施形態 1 と同様である。

#### 【0037】

上記構成によれば、触力覚呈示部 13 が装着部 11 に対する向きを保ったまま駆動されるから、物体の表面にまっすぐ手を伸ばして触れる際の触力覚を実施形態 1 に比べて自然な形で呈示することができる。

40

#### 【0038】

なお、装着部 11 を装着した手のひらに対する触力覚呈示部 13 の向きをコンピュータ 3 の中央制御部 33 の制御によって変更可能な構成としてもよい。この構成によれば、凹凸のある壁や斜面のある壁に接触する際の触力覚を呈示することができる。

#### 【0039】

##### （実施形態 4）

本実施形態における触力覚呈示部 13 は、図 7 に示すように、円柱状の接触部 13 c と、一端が接触部 13 c の一端に連結され他端が装着部 11 に軸支された連結部 13 d とから

50

なる。連結部 13 d は、装着部 11 が装着された手に接触部 13 c が接触する位置と装着部 11 が装着された手から接触部 13 c が離れる位置との間で駆動手段 14 に駆動されて矢印 A 7 で示す方向に回転可能となっている。駆動手段 14 としては、例えば実施形態 1 に示したようなモータを用いる。その他の構成は実施形態 1 と同様である。

#### 【0040】

上記構成によれば、円柱状のドアノブのような物体に接触する際の触力覚を呈示することができる。

#### 【0041】

また、接触部 13 c を連結部 13 d に対して接触部 13 c の周方向に回転可能とするとともに、例えばポテンシオメータを用いて接触部 13 c の連結部 13 d に対する回転の向きと回転角度とを検出し、得られた接触部 13 c の連結部 13 d に対する回転の向きと回転角度とをコンピュータ 3 の中央制御部 33 に入力する構成を採用してもよい。この構成によれば、例えば接触部 13 c をドアノブに見立てて、コンピュータ 3 の中央制御部 33 は、接触部 13 c の連結部 13 d に対する回転角度であって予め定められた向きへの回転角度が予め定められた値よりも大きくなったときに、使用者がドアノブをひねる操作をしたと判定するといったことができる。

#### 【0042】

##### (実施形態 5)

本実施形態においては、図 8 に示すように、触力覚呈示部 13 は指の並ぶ方向に並べて複数（例えば 3 本）設けられ、それぞれ一方向に長い板状に形成されている。各触力覚呈示部 13 はそれぞれ一端部において装着部 11 の手のひら側に軸支され、それぞれ一本の指に接触する位置と手のひらから離れる位置との間で矢印 A 6 で示す方向に回転可能である。また、各触力覚呈示部 13 はそれぞれ 1 つの駆動手段 14 によって個別に駆動される。駆動手段 14 としては、例えば実施形態 1 において示したモータよりも小型のモータを、実施形態 1 において示したモータと同様に用いる。

#### 【0043】

また、コンピュータ 3 の中央制御部 33 は、位置検出手段 12 によって検出された位置に仮想現実空間において対応する位置が凹凸のある所定の物体に接触する位置であった場合に、物体の凸部に対応する位置の触力覚呈示部 13 が接触するように、各駆動手段 14 を個別に制御する。ここで、仮想現実空間において所定物体の存在する領域に対応する実空間における領域への侵入量を各触力覚呈示部 13 の位置毎に算出し、それぞれの侵入量に応じて各駆動手段 14 が触力覚呈示装置を駆動する力を個別に制御してもよい。その他の構成は、実施形態 1 と同様である。

#### 【0044】

上記構成によれば、凹凸のある物体に接触する際の触力覚が呈示できる。

#### 【0045】

##### (実施形態 6)

本実施形態における触力覚呈示部 13 は、図 9 に示すように、装着部 11 に装着された手の指が並ぶ方向における装着部 11 の両端部においてそれぞれ一端部が軸支された 2 本の柱状の回転部 13 e を備える。一方の回転部 13 e には回転部の周方向に沿った 2 方向に回転可能な駆動ローラ（図示せず）と駆動ローラを駆動するローラ駆動手段（図示せず）とが設けられ、他方の回転部 13 e には駆動ローラと同じ方向に回転可能な従動ローラ（図示せず）が設けられている。駆動ローラと従動ローラとの間には無端ベルト 13 f が張設されていて、各回転部 13 e は、装着部 11 が装着された手の指に無端ベルト 13 f が接触する位置と装着部 11 が装着された手の指から無端ベルト 13 f が離れる位置との間でそれぞれ矢印 A 8 で示す方向に回転可能となっている。駆動ローラの回転に伴って、無端ベルト 13 f において装着部 11 が装着された手の指に接触する部位が装着部 11 が装着された手の指が並ぶ方向に移動するように、無端ベルト 13 f は搬送される。

#### 【0046】

本実施形態におけるコンピュータ 3 の中央制御部 33 は、位置検出手段 12 によって検出

10

20

30

40

50

された位置に仮想現実空間において対応する位置が所定の物体に接触する領域にあるとき、位置検出手段 1 2 によって検出された位置に対応する仮想現実空間における位置が所定の物体に対して装着部 1 1 を装着した指の並ぶ方向に対応する方向に移動すると、位置検出手段 1 2 によって検出された位置が所定の物体の位置に対応する実空間における位置に対する移動に対して向きについては逆向きであって速度については同じ速度で無端ベルト 1 3 f が搬送されるようにローラ駆動手段を制御する。ローラ駆動手段として直流モータを用いた場合、直流モータに流す電流の向きを制御することにより直流モータの回転の向きを制御するとともに、直流モータにかける電圧の大きさを制御することにより直流モータの回転速度を制御する。例えば、装着部 1 1 が装着された手のひらが仮想現実空間における所定の物体の表面に対応する位置を図 9 における右から左に移動した場合、矢印 A 9 で示すように無端ベルト 1 3 f において装着部 1 1 が装着された手の指に接触する部位が左から右に移動する向きに搬送されるようにローラ駆動手段を制御する。つまり、無端ベルト 1 3 f が摩擦感呈示部として機能し、ローラ駆動手段が摩擦部駆動手段として機能する。

#### 【0047】

上記構成によれば、装着部 1 1 を装着した手の指が並ぶ方向について、物体をこする際の摩擦感や移動する物体に接触する際の摩擦感を呈示することができる。

#### 【0048】

##### (実施形態 7)

本実施形態における触力覚呈示部 1 3 は、図 10 に示すように、装着部 1 1 が装着された手の指に対向する位置において一部が露出し触力覚呈示部 1 3 の他の部位に対して中心の位置を変化させずに矢印 A 1 1 で示すように回転可能な球状部 1 3 g と、板状であって一端部において装着部 1 1 に軸支され装着部 1 1 が装着された手の指に球状部 1 3 g が接触する位置と装着部 1 1 が装着された手から球状部 1 3 g が離れる位置との間で駆動手段 1 4 に駆動されて矢印 A 1 0 で示すように回転可能な本体部 1 3 k とを備える。触力覚呈示部 1 3 には、互いに異なる方向に球状部 1 3 g を回転させる 2 つの球状部駆動手段（図示せず）が設けられている。球状部駆動手段としては、例えば直流モータと、直流モータの回転軸に取り付けられ球状部 1 3 g の表面との間に摩擦力を生じるローラとを用いる。

#### 【0049】

本実施形態におけるコンピュータ 3 の中央制御部 3 3 は、位置検出手段 1 2 によって検出された位置に仮想現実空間において対応する位置が所定の物体に接触する領域にあるとき、位置検出手段 1 2 によって検出された位置に対応する仮想現実空間における位置が所定の物体に対して所定の物体の表面に沿った方向に移動すると、位置検出手段 1 2 によって検出された位置が所定の物体の位置に対応する実空間における位置に対する移動に対して速さについては同じ速さであって向きについては逆向きに球状部 1 3 g において装着部 1 1 が装着された手の指に接触する部位が移動するように各球状部駆動手段をそれぞれ制御する。例えば、球状部駆動手段として上記のように直流モータとローラとを用いた場合、各直流モータに流す電流の向きをそれぞれ制御して各直流モータの回転の向きを制御するとともに各直流モータにかける電圧の大きさをそれぞれ制御して各直流モータの回転速度をそれぞれ制御することで、任意の方向に球状部 1 3 g を回転させることができる。その他の構成は、実施形態 1 と同様である。

#### 【0050】

上記構成によれば、各球状部駆動手段の動作をそれぞれ制御することによって球状部 1 3 g を任意の向きに回転させることができるから、装着部 1 1 を装着した手のひらに沿った任意の向きについて、物体をこする際の摩擦感や移動する物体に接触する際の摩擦感を呈示する事ができる。

#### 【0051】

##### (実施形態 8)

本実施形態は、触力覚呈示部 1 3 が接触部 1 3 c と連結部 1 3 d とからなる点は実施形態 4 と同様であるが、接触部 1 3 c が連結部 1 3 d に対して向きを変えることができる点が

異なっている。

【0052】

詳しく説明すると、接触部13cの側面には長さ方向の中間部から一端にかけて長さ方向に延びた収納溝13nが設けられている。接触部13cは、長さ方向の中間部の収納溝13nの内側において連結部13dの装着部11から離れた側の端部に軸支されていて、図11(a)に示すように連結部13dに沿った向きと図11(b)に示すように装着部11が装着された手のひらに沿って連結部13dに直交する向きとの間で矢印A12および矢印A13で示す方向に回転可能となっている。その他の構成は、実施形態1と同様である。

【0053】

上記構成によれば、連結部13dに沿った方向に延びた柱状の物体に接触した際の触力覚だけでなく、連結部13dに交差する方向であって手のひらに沿った方向に延びた柱状の物体に接触した際の触力覚をも呈示することができる。

【0054】

(実施形態9)

本実施形態は、図12に示すように、指のない手袋状であって人の手に装着される装着部11と、装着部11の手のひら側であって手首付近において装着部に固定された触力覚呈示部13とを備えた装着体1を有する。触力覚呈示部は、装着部11を装着した手の指が並ぶ方向に交差する方向であって装着部11を装着した手の平に沿った方向に開口を有し装着部11に固定された筒状の収納部13hと、収納部13hの内側に収納され装着部11を装着した手に握むことができない位置と収納部13hから突出し装着部11を装着した手に握むことができる位置との間で収納部13hの内壁に誘導されて矢印14で示す方向に移動可能な円柱状の接触部13iとを備える。接触部13iは、図示しない駆動手段によって駆動される。駆動手段としては、例えば接触部において収納部に収納される側の端面から長さ方向に延びたねじ穴と、その内側に螺合したねじ軸と、収納部13hに固定されねじ軸を回転させる駆動モータとからなる送りねじ機構を用いる。

【0055】

また、図3に示された実施形態1と同様の画像表示部2とコンピュータ3とを備える。ただし、以下に述べる点においては実施形態1におけるコンピュータ3と本実施形態におけるコンピュータ3とは異なる。コンピュータ3の中央制御部33は、仮想現実空間において位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触しない領域にあるときには触力覚呈示部13の接触部13iが装着部11を装着した手に握むことができる位置に位置し、仮想現実空間において位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にあるときには触力覚呈示部13の接触部13iが装着部11を装着した手に握むことができない位置に位置するように駆動手段を動作させる。

【0056】

上記構成によれば、仮想現実空間において位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にあるときに、使用者は装着部11を装着した手を握る動作を行うことによって円柱状の物体を握る際の触力覚を得ることができる。

【0057】

なお、触力覚呈示部13の接触部13iが装着部11を装着した手に握むことができる位置にあるときには接触部13iにおいて収納部13hから露出する部位を収納部13hに対して接触部13iの周方向に回転可能とするとともに、接触部13iにおいて収納部13hから露出する部位の収納部13hに対する回転の向きと回転角度とを例えばポテンシオメータを用いて検出し、得られた回転の向きと回転角度とをコンピュータ3の中央制御部33に入力する構成を採用してもよい。この構成によれば、例えば接触部13iをドアノブに見立て、コンピュータ3の中央制御部33は、接触部13iにおいて収納部13hから露出する部位の収納部13hに対する回転角度であって予め定められた向きへの回転角度が予め定められた値よりも大きくなったときに、使用者がドアノブをひねる操作を

10

20

30

40

50

したと判定するといったことができる。

#### 【0058】

ここで、実施形態1乃至実施形態9において、触力覚呈示部13において装着部11が装着された手に接触する部位を振動させるバイブレータを設け、コンピュータ3の中央制御部33は、位置検出手段12によって検出された位置に仮想現実空間において対応する位置が仮想現実空間の所定の物体に接触する位置にあるときに、接触する所定の物体の表面の状態に応じてバイブレータを動作させる構成を採用してもよい。この構成によれば、例えば表面がざらざらした物体などの触感をバイブレータを動作させることによって呈示することができる。

10

#### 【0059】

##### (実施形態10)

本実施形態は、気流に接触した際の触力覚を呈示するものであって、図13に示すように、指のない手袋状であって人の手に装着される装着部11と、装着部11を装着した手の指の手のひら側に一部が対向する形で装着部11に固定される触力覚呈示部13と、装着部11の位置を検出する位置検出手段12（図1参照）と、気流を発生させる図示しない送風手段とを備えた装着体1を有する。送風手段としては、例えば回転速度がコンピュータ3の中央制御部33によって制御される直流モータであるファン駆動モータとファン駆動モータによって駆動されるファンとを用い、これらを触力覚呈示部13の内部において装着部11を装着した手の手首に近い位置に配置する。触力覚呈示部13において装着部11を装着した手の指の手のひら側に対向する部位には、送風手段によって発生した気流

20

#### 【0060】

また、図3に示された実施形態1と同様の画像表示部2とコンピュータ3とを備える。ただし、以下に述べる点においては実施形態1におけるコンピュータ3と本実施形態におけるコンピュータ3とは異なる。仮想現実空間情報格納部31に格納された情報は仮想現実空間における気流の情報を含み、コンピュータ3の中央制御部33は、前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が気流に接触する接触状態であるか否かを判定し、接触状態と判定したときに、例えばファン駆動モータにかける電圧を制御することにより、装着部11の位置に対応する仮想現実空間における位置の気流の強さに応じた強さの気流を送風手段に発生させる。

30

#### 【0061】

上記構成によれば、気流に接触した際の触力覚を呈示することができる。

#### 【0062】

なお、送風手段によって発生した気流の流路に電熱器を配置しコンピュータ3の中央制御部33は仮想現実空間における温度に応じて電熱器に流す電流を制御する構成や、送風手段と通気項13jとの間に通常の流路とは別に保冷材が配置された流路を設けてコンピュータ3の中央制御部33の制御によって2つの流路を切換可能な構成を採用してもよい。この構成によれば、仮想現実空間における温度の変化を呈示することができる。

#### 【0063】

ここで、以上の実施形態1乃至実施形態10において、図14に示すように液晶ディスプレイのような画像表示部16を装着部11の手の甲側に設け、位置検出手段12によって検出された位置と向きとに対応する仮想現実空間の画像を生成して画像表示部16に表示させる画像生成部をコンピュータ3に設ける構成を採用してもよい。この構成によれば、画像表示手段としてスクリーンを用いる場合に、例えば画像表示部16とスクリーンとが重なる部分における仮想現実空間の画像を画像表示部16に表示させることによって装着体1を目立たなくすることができ、装着体1が視界に入ることによる現実感の減退を抑えることができる。さらに、画像表示部16を画像表示手段2として用い、コンピュータ3をも装着体1と一体化することによって、人の手に装着される装着体1のみによって、視覚と触力覚とを融合した複合現実感を利用者に呈示することができる。また、実施形態1乃至実施形態3と本実施形態とにおいては、画像表示部16を触力覚呈示部13において

40

50

手のひらに面する面に設けてもよい。この構成によれば、画像表示部 16 とスクリーンとが重なる部分における仮想現実空間の画像を画像表示部 16 に表示させることによって触力覚呈示部 13 を目立たなくすることができ、触力覚呈示部 13 が視界に入ることによる現実感の減退を抑えることができる。

【0064】

また、実施形態 1 乃至実施形態 5 および実施形態 9 と本実施形態とにおいては、触力覚呈示部 13 において手に接触する部位を透明な部材から形成してもよい。この構成によれば、触力覚呈示部 13 を目立たなくすることができるから、触力覚呈示部 13 が視界に入ることによる現実感の減退を抑えることができる。

【0065】

【発明の効果】

請求項 1 の発明は、人の手に装着される装着部と、前記装着部の 3 次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における 3 次元の位置と仮想現実空間における 3 次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にある接触状態であるか否かを判定する判定手段と、前記装着部が装着された手に接触する位置と前記装着部が装着された手から離れる位置との間で移動可能な触力覚呈示部と、前記触力覚呈示部を駆動する駆動手段と、前記判定手段によって接触状態でないと判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触せず前記判定手段によって接触状態であると判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記装着部と前記触力覚呈示部と前記駆動手段とが一体に設けられているから、人体に装着されない装置によって触力覚を呈示する場合に比べて利用者の移動可能な領域を広くとることができ、画像表示手段として 1 つのスクリーンを用いて呈示される視覚と本発明による触力覚とを融合した複合現実感を複数の利用者に対して同時に提供することができる。また、装着部が装着された手に接触する位置と装着部が装着された手から離れる位置との間で移動可能な触力覚呈示部によって触力覚を呈示するから、ワイヤーを用いて触力覚を呈示する場合に比べて簡素な構成で触力覚を呈示することができる。

【0066】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が受けるべき力の大きさに応じて前記駆動手段の力を制御するので、前記駆動手段が常に一定の力で駆動される場合に比べ、より現実感を増すことができる。

【0067】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 の発明において、前記触力覚呈示部は板状であって一端部において前記装着部に軸支され前記装着部が装着された手のひらに接触する位置と前記装着部が装着された手に接触しない位置との間で回転可能であるので、触力覚を呈示するには触力覚呈示部を回転させるだけでよいから、リンクなどの複雑な機構を必要とすることなく簡易な機構で触力覚を呈示することができる。

【0068】

請求項 4 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 の発明において、前記触力覚呈示部は板状であって、前記駆動手段が前記触力覚呈示部を駆動する間に前記装着部に対する前記触力覚呈示部の向きが変化しないように前記触力覚呈示部を支持する支持部を備えるので、仮想現実空間の物体にまっすぐ手を伸ばして触れた場合の触力覚を請求項 3 の発明よりも自然に呈示することができる。

【0069】

請求項 5 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 の発明において、前記触力覚呈示部は、柱状の接触部と、一端部において前記接触部を支持し他端部が前記装着部に軸支され前記装着部が装着された手のひらに前記接触部が接触する位置と前記装着部が装着された手のひらから前記接触部が離れる位置との間で回転可能な連結部とからなるので、例えばドアノブの

10

20

30

40

50



ような柱状の物体に接触した場合の触力覚を呈示することができる。

【0070】

請求項6の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれか1項の発明において、複数の前記触力覚呈示部と、各触力覚呈示部にそれぞれ対応した複数の駆動手段とを備え、前記制御手段は、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置が前記仮想現実空間において凹凸のある所定の物体に接触する領域であるときに、前記所定の物体の凸部に対応する位置の前記触力覚呈示部が前記装着部が装着された手に接触するように各駆動手段を個別に制御するので、仮想現実空間における物体の凹凸に応じた触力覚を呈示することができる。

【0071】

請求項7の発明は、請求項3又は請求項4の発明において、前記触力覚呈示部には手に接触する部位において前記装着部が装着された手のひらに沿う2方向に移動可能な摩擦感呈示部が設けられ、前記摩擦感呈示部を駆動する摩擦部駆動手段を備え、前記制御手段は、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに、前記位置検出手段によって検出された位置に対応する前記仮想現実空間における位置の前記所定の物体に対する移動であって前記摩擦感呈示部が移動可能な方向に対応する方向の移動に応じて前記摩擦部駆動手段を制御するので、前記摩擦感呈示部が移動可能な方向について、物体をこする際の摩擦感や手のひらに沿った方向に移動する物体に接触する際の摩擦感を呈示することができる。

【0072】

請求項8の発明は、請求項3又は請求項4の発明において、触力覚呈示部には手に接触する部位において一部が露出した球状であって触力覚呈示部に対して中心の位置を変化させずに回転可能な形で保持された球状部が設けられ、それぞれ触力覚呈示部の他の部位に対して異なる方向に球状部を回転させる複数の球状部駆動手段を備えるので、手のひらに沿った方向のうち少なくとも2方向について、物体をこする際の摩擦感や手のひらに沿った方向に移動する物体に接触する際の摩擦感を呈示することができる。

【0073】

請求項9の発明は、請求項5の発明において、接触部は連結部に沿った向きと連結部に交差する向きとの間で向きを変えることができるので、接触部の連結部に対する向きを変更することにより、装着部を装着した手のひらに対する向きの異なるドアノブのような柱状の物体に対応する触力覚をそれぞれ呈示することができる。

【0074】

請求項10の発明は、手に装着される装着部と、前記装着部の3次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における3次元の位置と仮想現実空間における3次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にある接触状態であるか否かを判定する判定手段と、前記装着部を装着した手に掴むことのできる位置と前記装着部を装着した手に掴むことができない位置との間で前記装着部を装着した手のひらに沿って移動可能な触力覚呈示部と、前記触力覚呈示部を駆動する駆動手段と、前記判定手段によって接触状態であると判定されたときには前記触力覚呈示部が前記装着部を装着した手に掴むことのできる位置に位置し前記判定手段によって接触状態でないと判定されたときに前記触力覚呈示部が前記装着部を装着した手に掴むことができない位置に位置するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備えるので、前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が所定の物体に接触する領域にあるときに装着部を装着した手を握る動作を行うことによってドアノブのような柱状の物体を握る際の触力覚を呈示することができる。

【0075】

請求項11の発明は、気流の存在する3次元空間として画像表示手段に表示された仮想現実空間における触力覚を呈示する触力覚呈示装置であって、人の手に装着される装着部と、前記装着部の3次元の位置を検出する位置検出手段と、実空間における3次元の位置と

10

20

30

40

50

仮想現実空間における3次元の位置とを対応させ前記仮想現実空間において前記位置検出手段によって検出された位置に対応する位置が気流に接触する接触状態であるか否かを判定する判定手段と、気流を発生させる送風手段と、前記判定手段によって接触状態と判定されたときに前記仮想現実空間における前記装着部の位置に対応する位置における気流の強さに応じた強さの気流を前記送風手段に発生させる制御手段と、前記装着部が装着された手のひらに一部が面する形で前記装着部に保持された触力覚呈示部とを備え、前記触力覚呈示部において手のひらに面する部位には前記送風手段によって発生した気流が流出する通風孔が設けられているので、気流に接触する際の触力覚を呈示することができる。

【0076】

請求項12の発明は、請求項1乃至請求項10のいずれか1項の発明において、前記触力覚呈示部において少なくとも前記装着部が装着された手に接触する部位を振動させるバイブレータを備え、前記制御部は前記判定手段によって接触状態であると判定されたときに前記所定の物体の触感に応じて前記バイブレータを動作させるので、物体の触感を呈示することができる。

10

【0077】

請求項13の発明は、請求項1乃至請求項6又は請求項10又は請求項11のいずれか1項の発明において、前記触力覚呈示部が透明な部材からなるので、触力覚呈示部が目立つことによる現実感の減退を抑えることができる。

【0078】

請求項14の発明は、請求項1乃至請求項4又は請求項11のいずれか1項の発明において、前記触力覚呈示部において前記装着部が装着された手に面する部位に設けられ前記仮想現実空間の画像を表示する画像表示部を備えるので、例えば仮想現実空間の表示にスクリーンを用いた場合にはスクリーンの映像と重なる映像を画像表示部に表示することにより触力覚呈示部を目立たなくすることができ、触力覚呈示部が目立つことによる現実感の減退を抑えることができる。

20

【0079】

請求項15の発明は、請求項1乃至請求項12のいずれか1項の発明において、手の甲を覆う形で装着部に保持され仮想現実空間の画像を表示する画像表示部を備えるので、例えば仮想現実空間の表示にスクリーンを用いた場合にはスクリーンの映像と重なる映像を画像表示部に表示することにより装着部や触力覚呈示部を目立たなくすることができ、装着部や触力覚呈示部が目立つことによる現実感の減退を抑えることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1を示す説明図である。

【図2】同上を手のひら側から見た状態を示す説明図である。

【図3】同上の構成を示すブロック図である。

【図4】同上の動作を示すフローチャート図である。

【図5】本発明の実施形態2を示す説明図である。

【図6】本発明の実施形態3を示す説明図である。

【図7】本発明の実施形態4を示す説明図である。

【図8】本発明の実施形態5を示す説明図である。

【図9】本発明の実施形態6を示す説明図である。

【図10】本発明の実施形態7を示す説明図である。

【図11】本発明の実施形態8を示す説明図であり、(a)は接触部が連結部に沿った位置にある状態を示し、(b)は接触部が連結部に交差する位置にある状態を示す。

【図12】本発明の実施形態9を示す説明図である。

【図13】本発明の実施形態10を示す説明図である。

【図14】本発明における装着部に画像表示部を設けた状態を示す説明図である。

【符号の説明】

2 画像表示手段

1 1. 装着部

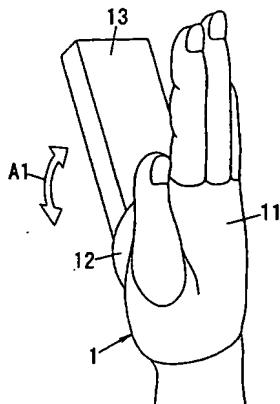
40

50

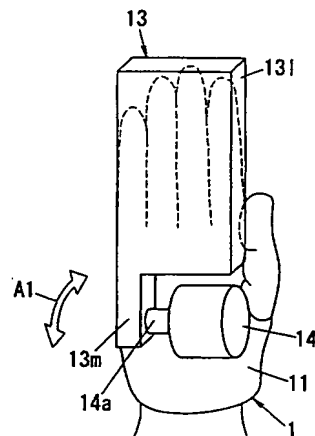
- 1 2 位置検出手段
- 1 3 触力覚呈示部
- 1 3 c 接触部
- 1 3 d 連結部
- 1 3 j 通風孔
- 1 4 駆動手段
- 1 6 画像表示部
- 1 7 支持部
- 1 7 a 誘導部
- 1 7 b 基台部
- 1 7 c ピニオン部
- 3 3 中央制御部

【図 1】

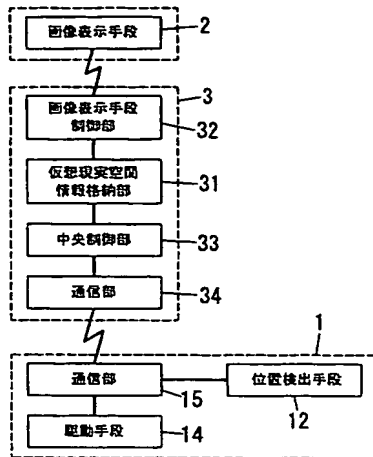
- 11 装着部
- 12 位置検出手段
- 13 触力覚呈示部



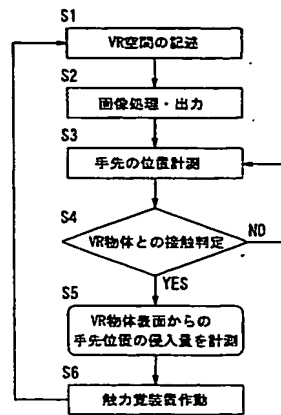
【図 2】



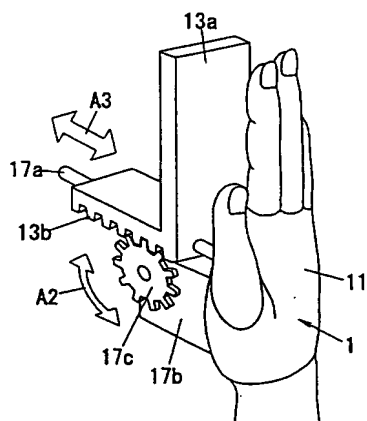
【図 3】



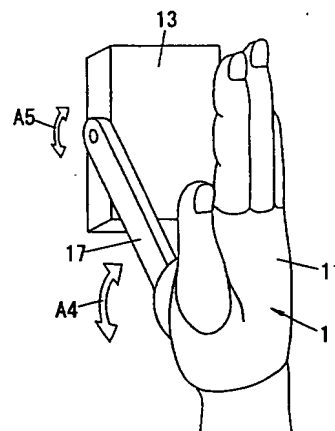
【図 4】



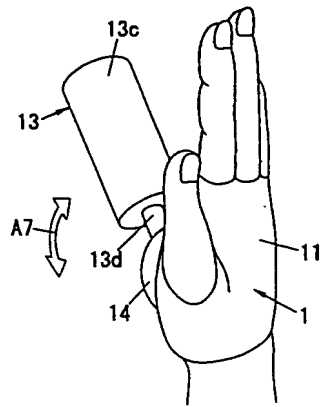
【図 5】



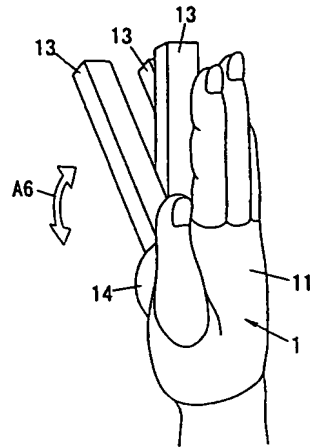
【図 6】



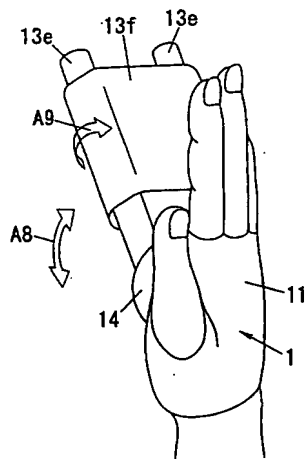
【図 7】



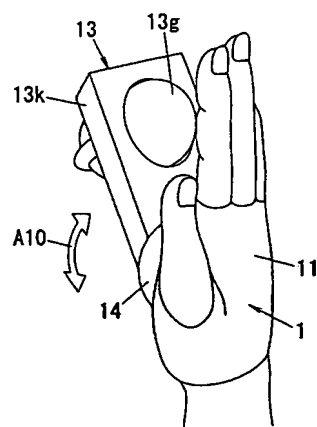
【図 8】



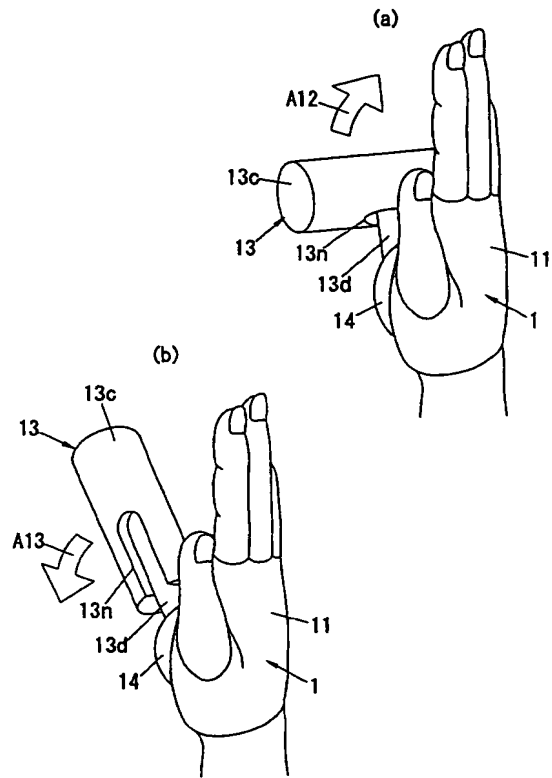
【図 9】



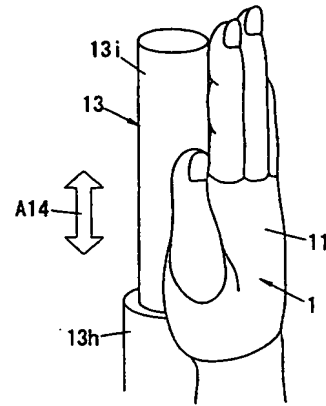
【図 10】



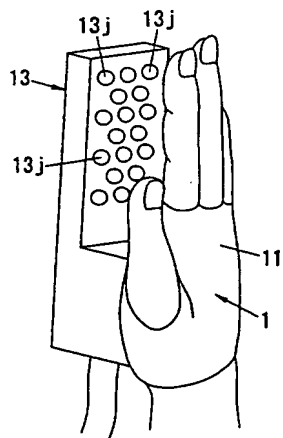
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

